

Patent  
Attorney's Docket No. 018976-208

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of )  
Naoki FUJII et al. ) Group Art Unit: unassigned  
Application No.: new utility application ) Examiner: unassigned  
Filed: On Even Date Herewith )  
For: MANUFACTURING METHOD FOR )  
CERAMIC OSCILLATOR )

JC979 U.S. PTO  
10/02278  
12/20/01

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-392939

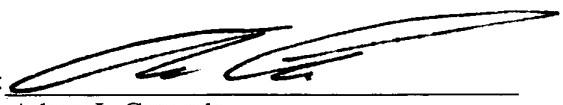
Filed: December 25, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: December 20, 2001

By: 

Adam J. Cermak  
Registration No. 40,391

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JG979 U.S. 2001  
01/20/01 12/20/01  
PRO  


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月25日

出願番号

Application Number:

特願2000-392939

出願人

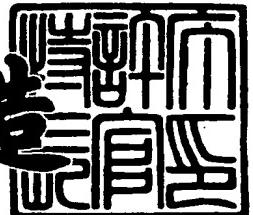
Applicant(s):

株式会社村田製作所

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

2001年 9月25日

及川耕造



出証番号 出証特2001-3087962

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 DP000220  
 【提出日】 平成12年12月25日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 H03H 3/04  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
     製作所内  
   【氏名】 藤井 直樹  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
     製作所内  
   【氏名】 友廣 宏  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
     製作所内  
   【氏名】 中島 幹雄  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
     製作所内  
   【氏名】 上 廉一  
 【特許出願人】  
   【識別番号】 000006231  
 【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目26番10号  
 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所  
 【代理人】  
   【識別番号】 100086597  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

特2000-392939

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004776

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック発振子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マザー基板に分極処理を行う工程と、

前記マザー基板上に個々セラミック発振子単位の電極を形成する工程と、

前記マザー基板を個々のセラミック発振子単位に切断し、個々のセラミック発振子を得る工程とを備えるセラミック発振子の製造方法において、

前記マザー基板の分極処理を行う工程が、前記マザー基板に直流高電圧を印加しつつマザー基板の厚み振動の反共振周波数  $f_a$  を測定し、測定されている反共振周波数  $f_a$  が、完成品のセラミック発振子の目標発振周波数に対応したマザー基板の分極中の反共振周波数である目標値に到達した場合に、電圧の印加を終了することにより行われることを特徴とする、セラミック発振子の製造方法。

【請求項2】 前記相関データが、最終的に得られたセラミック発振子の発振周波数とマザー基板の常温における反共振周波数との相関を示す第1の相関データと、前記マザー基板の常温における反共振周波数  $f_a$  と、分極中のマザー基板の反共振周波数  $f_a$  との相関を示す第2の相関データとを含む請求項1に記載のセラミック発振子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電セラミックスを用いて構成されるセラミック発振子の製造方法に関し、特に、マザー基板の分極工程が改良された厚み縦モードを利用したエネルギー閉じ込め型のセラミック発振子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、厚み縦モードを利用したエネルギー閉じ込め型のセラミック発振子が種々提案されている。この種のセラミック発振子は、以下のような工程で製造されている。

【0003】

まず、マザーの圧電基板の全面に電極を形成する。次に、上記マザーの圧電基板の両面の電極に電界を印加し、分極処理を行う。しかる後、電極をエッチングすることにより、個々のセラミック発振子単位の共振電極を形成し、マザー基板において1つのセラミック発振子についての周波数を測定する。そして、測定された周波数が目的とする周波数とずれている場合、周波数調整を行う。しかる後、マザーの圧電基板を個々のセラミック発振子単位に切断する。切断により得られたセラミック発振子をそのまま完成品としてのセラミック発振子とするか、または、リード端子を取り付け、樹脂外装を施すことにより、完成品としてのセラミック発振子を得る。

## 【0004】

そして、得られた完成品のセラミック発振子の周波数を測定し、所定の周波数範囲内のものを良品として選別する。

ところで、セラミック発振子の周波数  $f_{OSC}$  は、 $f_{OSC} = N / t$  (但し、Nは周波数定数、tは、圧電基板の厚み) で表される。従って、上記周波数調整に際しては、①圧電基板の厚みを調整する方法と、②上記周波数定数を調整する方法とが知られている。

## 【0005】

例えば、特開平6-224677号公報には、目的とする発振周波数と、測定された発振子周波数とのずれに応じ、マザーの圧電基板上の共振電極表面に蒸着膜を形成する方法が開示されている。また、特開平10-190388号公報には、上記周波数ずれに応じて、マザー基板に形成されている共振電極表面にめつきを施し、電極膜の厚みを厚くする方法が開示されている。他方、特開平7-106892号公報には、上記周波数ずれに応じて、マザー基板に形成されている共振電極上に、周波数調整インクを塗布する方法が開示されている。

## 【0006】

また、特開平7-58569号公報には、マザーの圧電基板を分極した後、ラップ研磨する際に、加工途中で共振周波数を測定し、所望とする共振周波数に対応した反共振周波数を得るまでラップ加工して圧電基板の厚みを調整する方法が開示されている。

## 【0007】

他方、上記②周波数定数を調整することにより発振周波数を調整する方法が、特開平7-106893号公報に開示されている。ここでは、外装が施された圧電共振子の発振周波数を測定し、目標発振周波数とのずれを求める。そして、この周波数のずれ量に対応した直流電圧をマザーの圧電基板に印加し、分極度を異ならせることにより周波数調整が行われている。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

近年、セラミック発振子においては、発振周波数をより高精度に制御することが求められている。すなわち、発振周波数の要求精度は0.1%以下となってきている。

## 【0009】

ところが、従来の①マザーの圧電基板の厚みや共振電極の厚みを調整する方法では、発振周波数の精度を0.1%以下に制御するには、圧電基板や共振電極の厚みを $1/10 \mu m$ 単位で制御しなければならない。しかしながら、このような厚み精度の加工コストは非常に高くなり、その結果、水晶よりも安価であるというセラミック発振子の利点が大きく損なわれることになる。

## 【0010】

他方、②周波数定数の調整により、セラミック発振子の発振周波数を調整する方法では、上記のような高精度の加工を必要としない。しかしながら、特開平7-106893号公報に記載の方法では、外装が施されたセラミック発振子の周波数を測定し、該周波数と目的とする周波数範囲との比較により選別し、範囲外のセラミック発振子に、さらに直流電圧を印加することにより、所定の範囲に入るよう2次分極処理を行う必要があるため、工程数が多く、やはりコストが上昇するという問題があった。加えて、複雑な工程を必要とするため、製造工程に長時間を要するという問題があった。

## 【0011】

本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、マザーの圧電基板からセラミック発振子を得るにあたり、周波数定数を調整することにより、周波数調整

を行うにあたり、比較的簡単な工程で周波数を調整することができ、かつ発振周波数が高精度に制御されており、安価なセラミック発振子を得ることを可能とする製造方法を提供することにある。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、マザー基板に分極処理を行う工程と、前記マザー基板上に個々セラミック発振子単位の電極を形成する工程と、前記マザー基板を個々のセラミック発振子単位に切断し、個々のセラミック発振子を得る工程とを備えるセラミック発振子の製造方法において、前記マザー基板の分極処理を行う工程が、前記マザー基板に直流高電圧を印加しつつマザー基板の厚み振動の反共振周波数  $f_a$  を測定し、測定されている反共振周波数  $f_a$  が、完成品のセラミック発振子の目標発振周波数に対応したマザー基板の分極中の反共振周波数である目標値に到達した場合に、電圧の印加を終了することにより行われることを特徴とする。

## 【0013】

本発明の特定の局面では、前記相関データが、最終的に得られたセラミック発振子の発振周波数とマザー基板の常温における反共振周波数との相関を示す第1の相関データと、前記マザー基板の常温における反共振周波数  $f_a$  と、分極中のマザー基板の反共振周波数  $f_a$  との相関を示す第2の相関データとを含む。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明をより詳細に説明する。

## 【0015】

図1は、本発明の一実施例に用いられる分極制御装置を説明するための概略構成図である。

本実施例では、まず、図2に示すに示すように、マザー基板1の上面及び下面に電極2、3を全面に形成する。マザー基板1を構成する材料としては、チタン酸鉛系セラミックスのような適宜の圧電セラミックスを用いることができる。

## 【0016】

電極2，3は、Agなどの適宜の金属を用いて構成することができる。

次に、上記マザー基板1の電極2，3間に直流高電圧を印加し、分極処理を行う。この分極に際し、図1に示した圧電体分極制御装置を用いて分極度を調整する。この分極度を調整する工程については、後程詳述する。

#### 【0017】

本実施例の製造方法では、上記マザー基板1を分極した後、エッチングにより、個々のセラミック発振子単位の共振電極及び引き出し電極を形成する。図3に、このようにして形成された共振電極4及び引き出し電極5を示す。図3では、マザー基板1の上面において、複数の共振電極4が形成されており、かつ複数の引き出し電極5が連ねられた状態で図示されている。このマザー基板1を図3の破線Xの方向及び破線Xと直交する方向に切断することにより、図4に示すセラミック発振子6が得られる。セラミック発振子6では、共振電極4及び引き出し電極5が圧電基板1Aの上面に形成されており、下面にも、共振電極4と対向するように共振電極7が形成されている。また、共振電極7に接続されるように引き出し電極8が形成されている。

#### 【0018】

上記セラミック発振子6を得た後に、引き出し電極5，8にリード端子を接合し、圧電振動部の振動を妨げないための空洞を確保しつつ樹脂外装を施し、完成品としてのセラミック発振子が得られる。

#### 【0019】

本実施例の特徴は、上記製造工程において、マザー基板1に分極処理を行う工程が、以下の手順により行われることにある。

すなわち、本願発明者らは、上記マザー基板1の反共振周波数と最終的に得られた完成品としての樹脂外装が施されたセラミック発振子の発振周波数とに相関があることを見出した。図5は、この相関関係を示す図である。本実施例では、マザー基板1はチタン酸鉛系セラミックスからなり、 $20\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times$ 厚さ $275\mu\text{m}$ の寸法を有する。このマザー基板3から、 $3.1\text{ mm} \times 3.7\text{ mm} \times$ 厚さ $275\mu\text{m}$ の寸法の圧電基板1Aを有するセラミック発振子を形成した場合の相関関係を示す図である。

## 【0020】

図5から明らかなように、マザー基板1の常温(25°C)における反共振周波数と、完成品のセラミック発振の発振子周波数には相関があり、マザー基板1の反共振周波数 $f_a$ が高くなるにつれて、完成品としてのセラミック発振子の発振周波数の高くなることがわかる。

## 【0021】

他方、本願発明者らは、マザー基板1の分極中の反共振周波数と、常温におけるマザー基板1の反共振周波数との間にも図6に示す関係のあることを見出した。すなわち、分極に際しては、例えば180°C程度の高温で数kV/mm程度の直流電圧が印加されるが、この分極条件下におけるマザー基板の反共振周波数と、常温(25°C)におけるマザー基板1の反共振周波数とに図6に示すように一定の関係のあることを見出した。従って、図5及び図6の結果を組み合わせれば、得られる完成品の発振周波数に対応したマザー基板の分極中の反共振周波数を知り得ることがわかる。

## 【0022】

本実施例は、上記知見に基づき、すなわち図5及び図6に示した第1、第2の相関データから、まず、完成品のセラミック発振子の目標発振周波数に対応したマザー基板の分極中の反共振周波数目標値を得る。

## 【0023】

そして、上記製造方法において、マザー基板1に分極処理を行うに際し、コンピューター11に上記分極中の反共振周波数の目標値を入力しておく。

分極制御装置の恒温槽12内にマザー基板1、1を収める。そして、直流高電圧を発生する電源13からの直流電圧を高圧切り換え回路14により切り換えて、いずれかのマザー基板1に分極要電圧を印加し、気中(空気もしくは絶縁ガス)で分極処理を行う。そして、高圧切り換え回路14には、ネットワークアナライザ15がAC/DC分離回路を介して接続されている。AC/DC分離回路16は、ネットワークアナライザ15側に直流高電圧が印加することを防止するため設けられている。ネットワークアナライザ15は、高電圧印加により分極されているマザー基板1の周波数特性を測定するものであり、該ネットワー-

クアナライザー15によりマザー基板1の反共振周波数が測定される。コンピューター11は、現に分極中のマザー基板1の反共振周波数をネットワークアナライザー15から受け取り、予め入力されていた分極中の反共振周波数の目標値と比較する。そして、分極の進行につれて、現に分極されているマザー基板1の反共振周波数が上昇し、分極中の反共振周波数の目標値に到達した場合に、高電圧切り換え回路14を切り換えることにより、あるいは電源13をオフ状態することにより、分極を終了する。

#### 【0024】

本実施例によれば、上記のように現に分極処理を行うに際し、図5及び図6に示した相関データから得られたマザー基板の分極中の反共振周波数の目標値に到達した段階で分極が終了する。従って、分極されたマザー基板1を用いて、以降の工程を実施することにより、すなわちセラミック発振子単位の電極を形成するためにエッチングを施し、マザー基板を個々のセラミック発振子単位に切断し、外装を施して、完成品としてのセラミック発振子を得ることにより、目標とする発振周波数を確実に実現することができる。

#### 【0025】

よって、本実施例によれば、最終的に得られたセラミック発振子の発振周波数のばらつきを大きく低減することができる。

従来法では、分極処理に際しては、分極時間を制御することにより分極度を制御していた。例えば図7に示すように、従来法では、所望とするマザー基板の反共振周波数に到達するのに必要な分極時間を予め予備試験により見出す。この場合、例えば40秒の分極時間が必要であるとするデータが得られた場合、図7に示すように、多数のマザーの圧電基板に40秒間直流電圧を印加して分極を施す。しかしながら、図7から明らかなように、この方法では、マザー基板間で反共振周波数 $f_a$ が大きくばらつくことがわかる。これは、基板材料のばらつきや加工厚みのばらつき等に起因するものである。

#### 【0026】

これに対して、本実施例の製造方法では、実際のマザー基板の反共振周波数を測定しつつ分極度を高めて反共振周波数自体を制御するため、マザーの圧電基板

の材料ばらつきや厚みばらつきの影響をほとんど受けることなく、完成品としてのセラミック発振子の発振周波数を高精度に制御することができる。また、マザー基板間のばらつきの影響をほとんど受けないため、後工程での研磨などを簡略化もしくは廃止することができる。

## 【0027】

なお、上記実施例では、厚み縦モードを利用したセラミック発振子の製造方法について説明したが、厚み縦モードは基本波であってもよく、3倍波等の高調波であってもよい。

## 【0028】

## 【発明の効果】

本発明に係るセラミック発振子の製造方法では、マザー基板にある温度で分極処理を行う工程が、マザー基板に直流電圧を印加してマザー基板の厚み振動の反共振周波数  $f_a$  を測定し、測定されている反共振周波数  $f_a$  が、完成品のセラミック発振子の目標発振周波数に対応したマザー基板の分極中の反共振周波数である目標値に到達した場合に、電圧の印加が終了することにより行われる。従って、現に分極処理されているマザー基板において、上記工程に従って分極するだけで、最終的に得られるセラミック発振子の発振周波数を高精度に制御することができる。

## 【0029】

この場合、各マザー基板の分極工程において、周波数を高精度に制御することができるので、工程を増加させることなく、かつ短時間で、セラミック発振子の周波数調整を高精度に行うことができ、さらに、マザー基板間の周波数ばらつきを分極工程により減らすことができるので、後工程におけるラップ研磨などの調整作業を簡略化もしくは廃止することができる。

## 【0030】

よって、本発明によれば、発振周波数が高精度に制御されたセラミック発振子を安価かつ安定に提供することが可能となる。

前記相関データが、最終的に得られたセラミック発振子の発振周波数とマザー基板の常温における反共振周波数との相関を示す第1の相関データとマザー基板

の常温における反共振周波数と分極温度のマザー基板の反共振周波数との相関を示す第2の相関データとを有する場合、第1の相関データにより、目標とする発振周波数に応じたマザー基板の常温における反共振周波数を得、第2の相関データにより、該常温における反共振周波数に対応した分極中のマザー基板の反共振周波数目標値を容易に得ることができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】**

本発明の一実施例において、マザー基板の分極を行いかつ分極度を調整する工程に用いられる分極制御装置を示す概略構成図。

**【図2】**

本発明の一実施例において用意されるマザー基板及びその両面に形成される電極を説明するための斜視図。

**【図3】**

図2に示したマザー基板の両面の電極をエッチングすることにより形成された個々のセラミック発振子単位の共振電極及び引き出し電極を示す斜視図。

**【図4】**

図3に示したマザー基板を切断することにより得られた個々のセラミック発振子の外装を施す前の状態を示す斜視図。

**【図5】**

マザーの圧電基板の常温における反共振周波数と、完成品としてのセラミック発振子の発振周波数との相関を示す図。

**【図6】**

マザーの圧電基板の分極温度における反共振周波数と、マザー基板の常温における反共振周波数との相関を示す図。

**【図7】**

従来法に従って、分極時間を定めて多数のマザー基板に分極を施した場合のマザー基板の反共振周波数を示す図。

**【図8】**

本発明の一実施例に従って、マザー基板の反共振周波数を28.1MHzに制

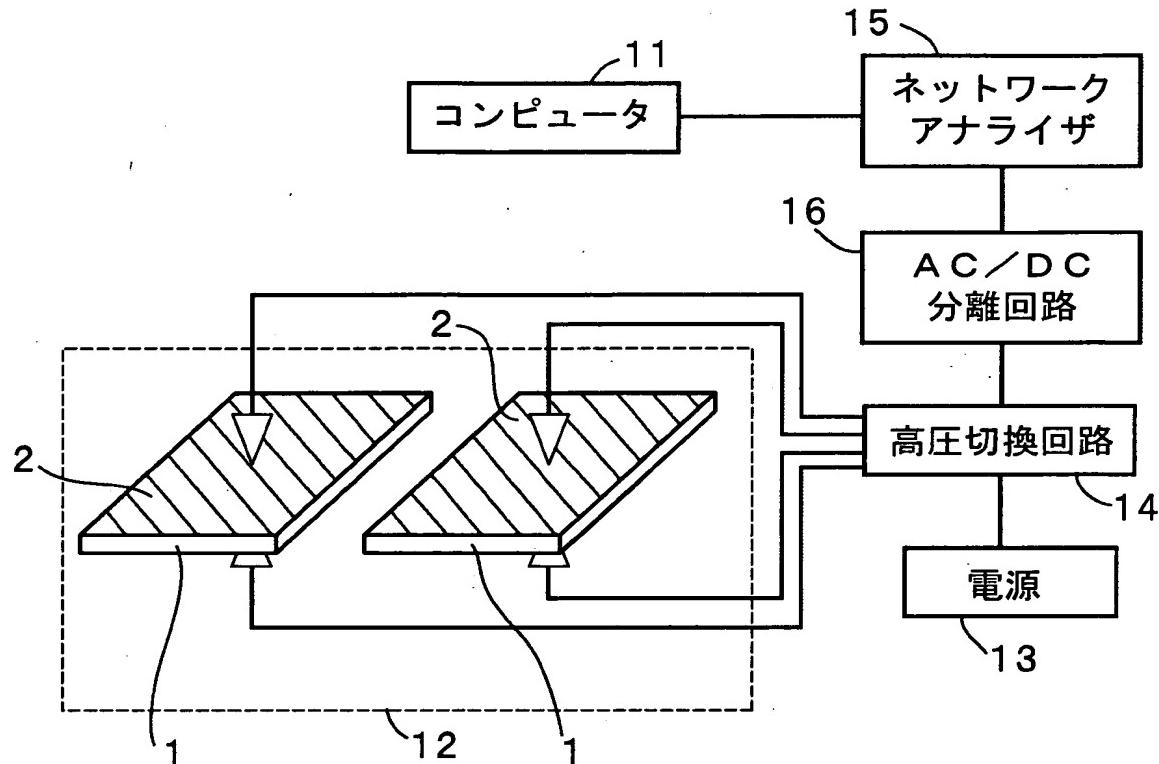
御した場合の各マザー基板の反共振周波数を示す図。

【符号の説明】

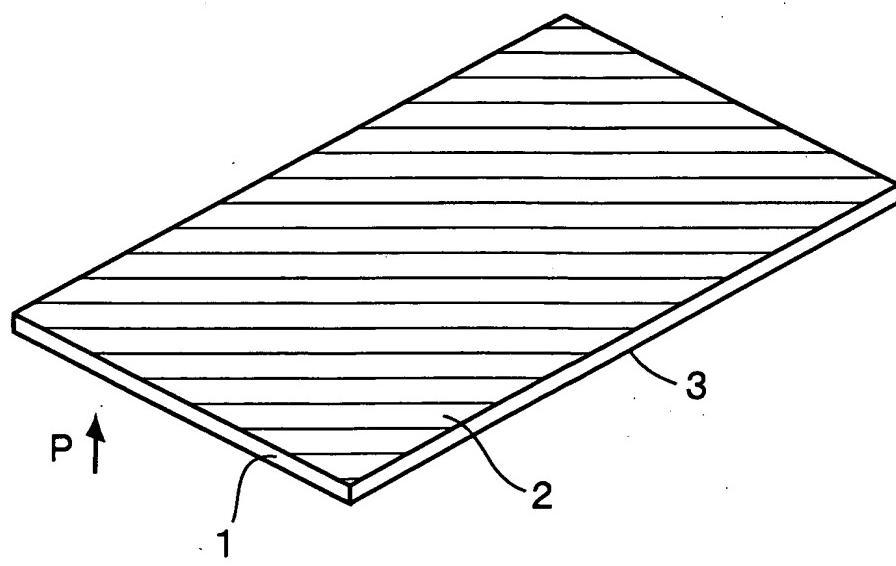
- 1 … マザー基板
- 2、 3 … 電極
- 4 … 共振電極
- 5 … 引き出し電極
- 6 … セラミック発振子
- 7 … 共振電極
- 8 … 引き出し電極
- 1 1 … コンピューター
- 1 2 … 恒温槽
- 1 3 … 電源
- 1 4 … 高圧切り換え回路
- 1 5 … ネットワークアナライザー
- 1 6 … A C / D C 分離回路

【書類名】 図面

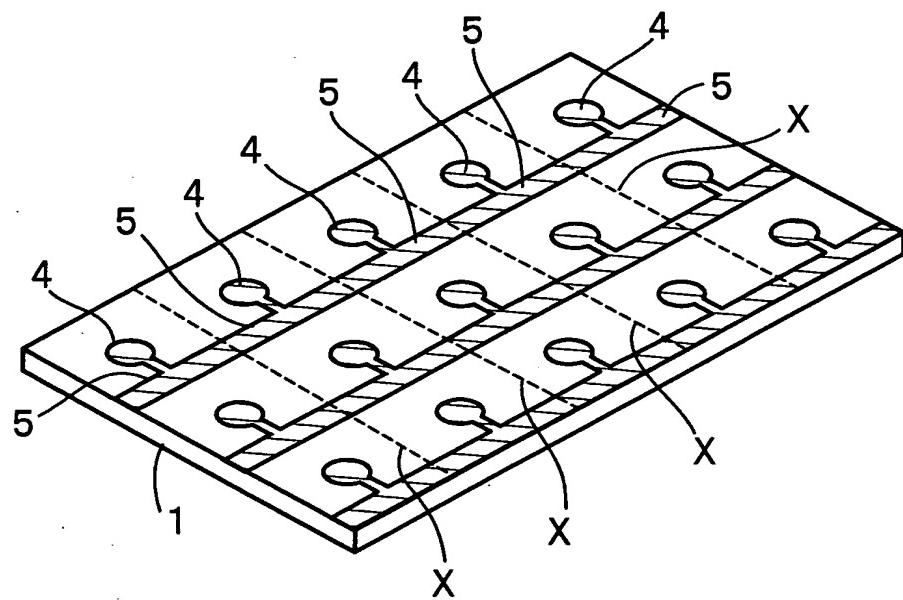
【図1】



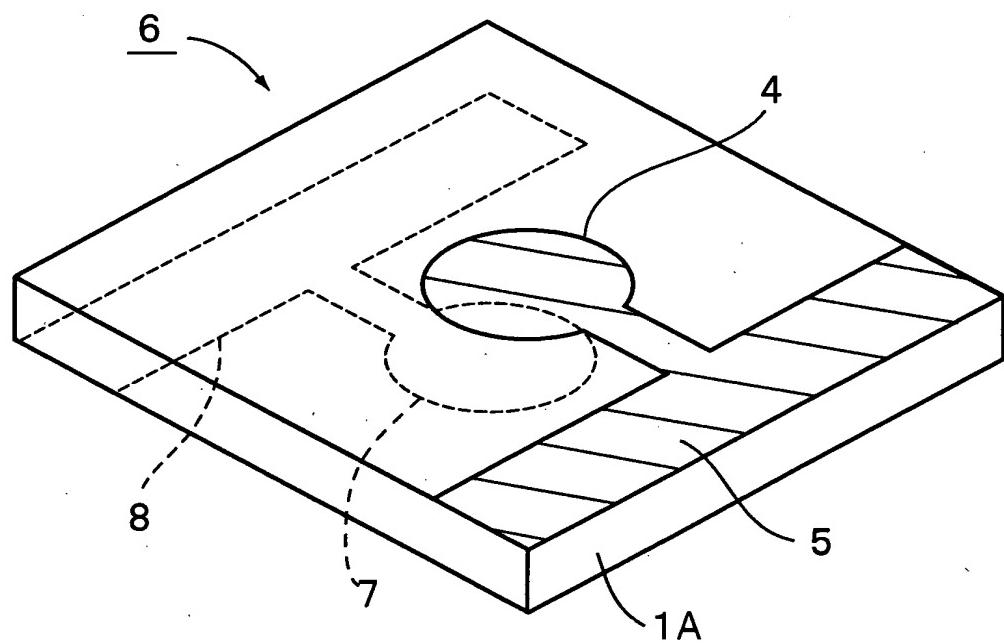
【図2】



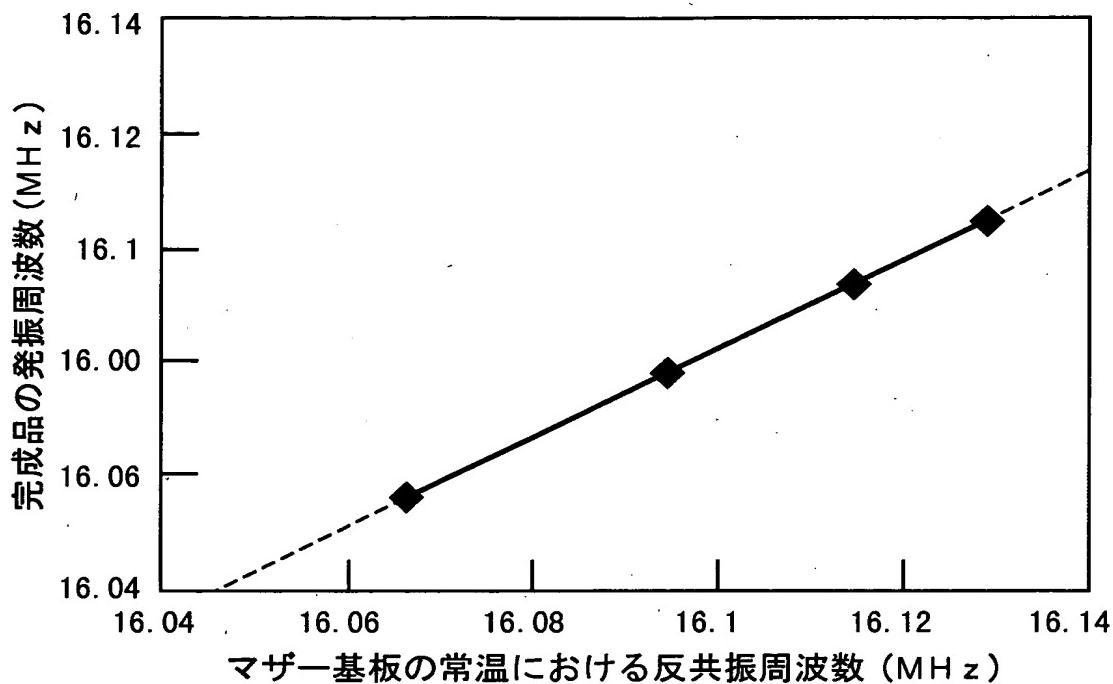
【図3】



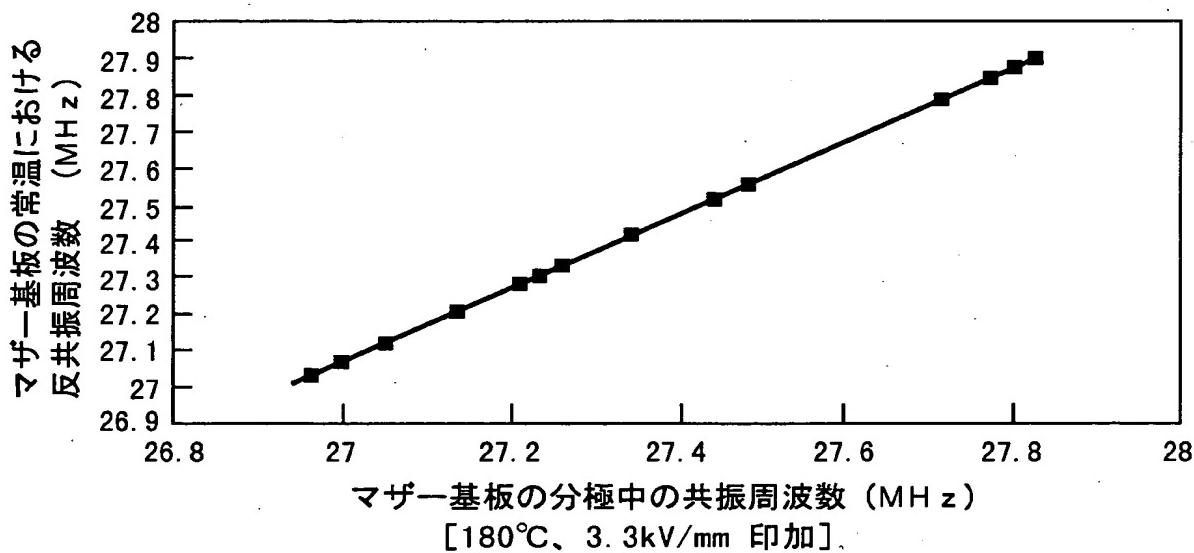
【図4】



【図5】

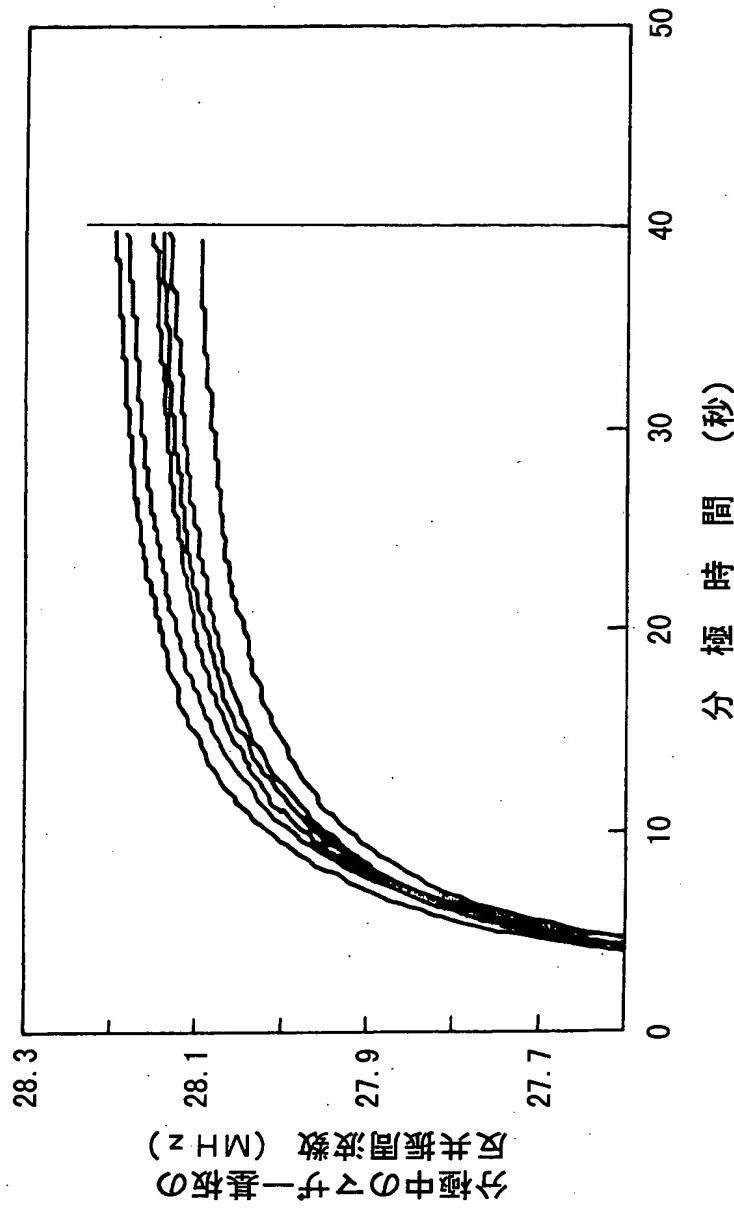


【図6】

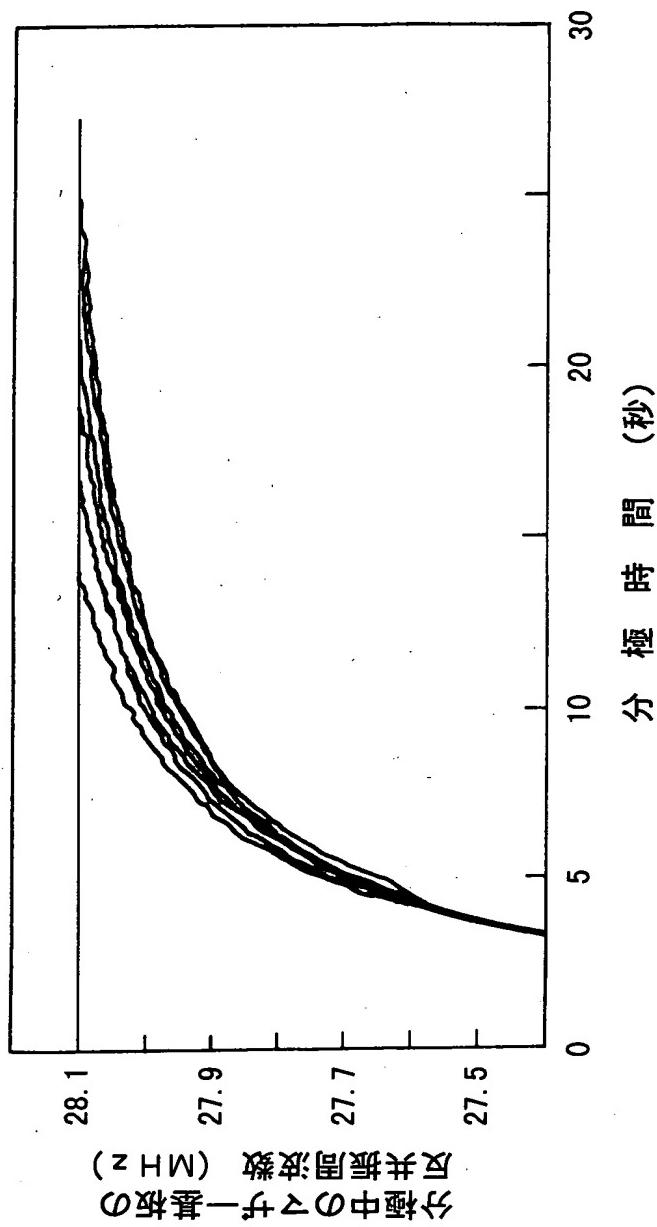


特2000-392939

【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発振周波数を高精度に制御し得るセラミック発振子の製造方法を得る。

【解決手段】 マザー基板1を分極し、個々のセラミック発振子単位の電極を形成し、個々のセラミック発振子単位にマザー基板1を切断し、セラミック発振子に外装を施すことにより完成品としてのセラミック発振子を得るにあたり、マザー基板1の分極処理が、マザー基板1に直流高電圧を印加しつつマザー基板1の厚み振動の反共振周波数  $f_a$  が、完成品セラミック発振子の目標発振周波数に対応したマザー基板分極中の反共振周波数の目標値に到達した場合に、電極の印加を終了することにより行われる、セラミック発振子の製造方法。

【選択図】 図1

特2000-392939

出願人履歴情報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所